

Лекция 3

Общие положения по проектированию оснований и фундаментов

Чтобы проектировать и строить фундаменты не только экономично, но и главное, надежно, необходимо ясно представлять:

- как передаются нагрузки от сооружения,
- особенности поведения грунтов под действием на них сжимающих, выдергивающих и сдвигающих нагрузок,
- как изменяются свойства разных грунтов при действии на них воды,
- какие фундаменты и в каких грунтах следует применять,
- какими способами их возводить.

**В петровском Руководстве для
народных училищ (XVIII век)
указывалось:**

***«На устройство подошвы и
поддела ни трудов, ни
издивения жалеть не должно»!***

**Под подделом и подошвой
понимаются основание и
фундамент**

В основу проектирования оснований и фундаментов заложены следующие принципы:

1) проектирование оснований сооружений по предельным состояниям;

2) учет совместной работы системы «основание - фундамент - сооружение»;

3) комплексный учет факторов при выборе типа фундаментов, несущего и подстилающих слоев основания в результате совместного рассмотрения:

- инженерно-геологических условий площадки строительства;**
- особенностей сооружения и чувствительности его несущих конструкций к неравномерным осадкам;**
- методов выполнения работ по подготовке оснований и устройству фундаментов.**

Основные требования к проектированию оснований и фундаментов:

При разработке проектов фундаментов необходимо

• обеспечить:
прочность и эксплуатационную надежность
зданий и сооружений;

• максимальное использование прочностных и деформационных свойств грунтов основания, а также прочности материала фундамента;

• минимальную стоимость, материалоемкость и трудоемкость устройства фундаментов;

• максимальное сокращение сроков строительства.

Принципы расчетов оснований по предельным состояниям

- Основания должны рассчитываться по двум группам предельных состояний:
первой - по **несущей способности**
второй - по **деформациям**.

- **Целью расчета** оснований по деформациям (*II-я* группа предельных состояний) является ограничение абсолютных или относительных перемещений фундаментов и надфундаментных конструкций такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность.

Расчет оснований по деформациям производится исходя из условия (п.2.39 СНиП 2.02.01-83*)

$$S \leq S_u$$

где S - совместная деформация основания и сооружения, определяемая расчетом;

S_u - предельное значение совместной деформации основания и сооружения, по Приложению 4 СНиП 2.02.01-83*

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ

Сооружения	Пределные деформации основания		
	относительная разность осадок $(\Delta s/L)_u$	Крен i_u	Средняя (в скобках максимальная $s_{\max,u}$) осадка, см
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом:			
железобетонным	0,002	-	(8)
стальным	0,004	-	(12)
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	-	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:			
крупных панелей	0,0016	0,005	10
крупных блоков или кирпичной кладки без армирования	0,0020	0,005	10
то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов	0,0024	0,005	15

Целью расчета оснований по несущей способности (I-я группа предельных состояний) являются обеспечение прочности и устойчивости оснований, а также недопущение сдвига фундамента по подошве и его опрокидывания.

Расчет оснований по несущей способности производится исходя из условия (п. 2.58 СНиП 2.02.01-83*)

$$F \leq \gamma_c F_u / \gamma_n$$

где F - расчетная нагрузка на основание;

F_u - сила предельного сопротивления основания;

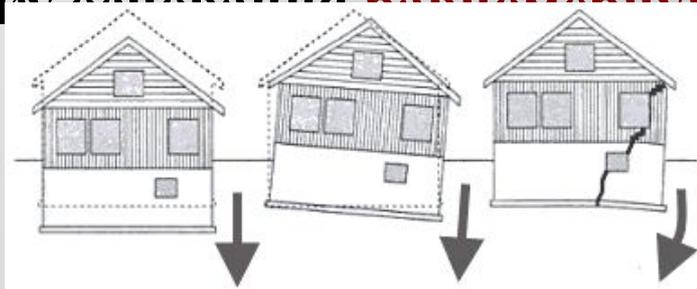
γ_c - коэффициент условий работы;

γ_n - коэффициент надежности по назначению сооружения;

ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ

1. Основной вид деформаций – **ОСАДКА** – вертикальные перемещения подошвы фундамента. Они вызываются уплотнением грунтов без коренного изменения их структуры и происходят под воздействием нагрузок от сооружения, от воздействия других расположенных близко фундаментов, а также под действием собственного веса грунта.

Различают осадку ~~смеренную~~ **равномерную** и **неравномерную**.



Осадку, соответствующую окончательному уплотнению грунта, называют **полной, конечной** или **стабилизированной**.

ПРОСАДКА – большая быстро протекающую осадка, сопровождающаяся коренным изменением сложения грунта.

2. **НАБУХАНИЕ** и **УСАДКА** – деформации, связанные с изменением объема некоторых глинистых грунтов при изменении влажности и температуры;



3. **ПОДЪЕМ** или **ВЫПУЧИВАНИЕ** - перемещение фундаментов и всего сооружения вверх;



5. **ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ** или **СДВИГ** сооружения- происходят под воздействием наклонных нагрузок, при размещении сооружения вблизи откосов, вследствие подземных подрботок.



**По чувствительности сооружений и
неравномерным осадкам их можно разделить на
3 вида:**

- 1. Абсолютно жесткие** (дымовые трубы, водонапорные башни, опоры мостов и др.);
- 2. Абсолютно гибкие** (земляные насыпи и дамбы - сооружения под действием внешних нагрузок следуют за осадками основания, при этом дополнительные усилия в них практически не возникают);
- 3. Сооружения, обладающие конечной жесткостью** (здания с полным и неполным каркасом, имеющие в своем составе разрезные и неразрезные конструкции, а также кирпичные, крупноблочные и крупнопанельные здания).

Абсолютно жёсткие сооружения

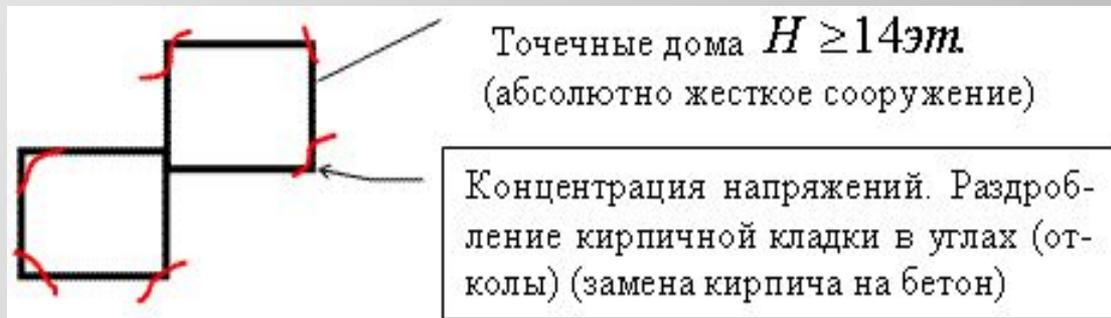
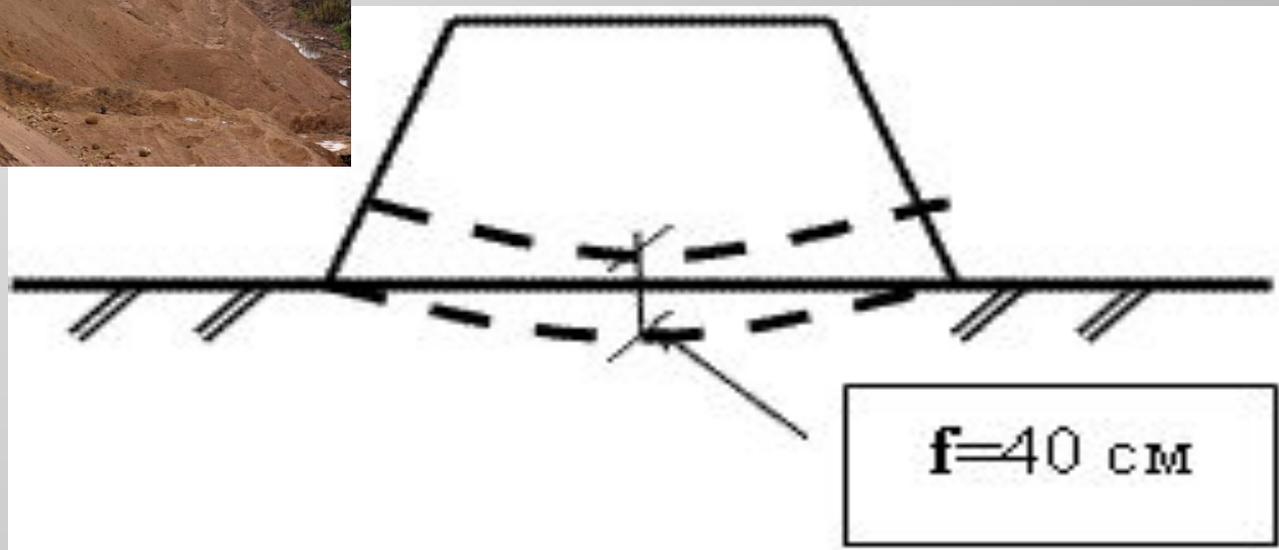


Схема возможного появления трещин в цокольной части жёстких сооружений, вследствие концентрации контактных напряжений в угловых зонах.



Абсолютно гибкие сооружения (во всех точках следует за деформацией грунтов основания).



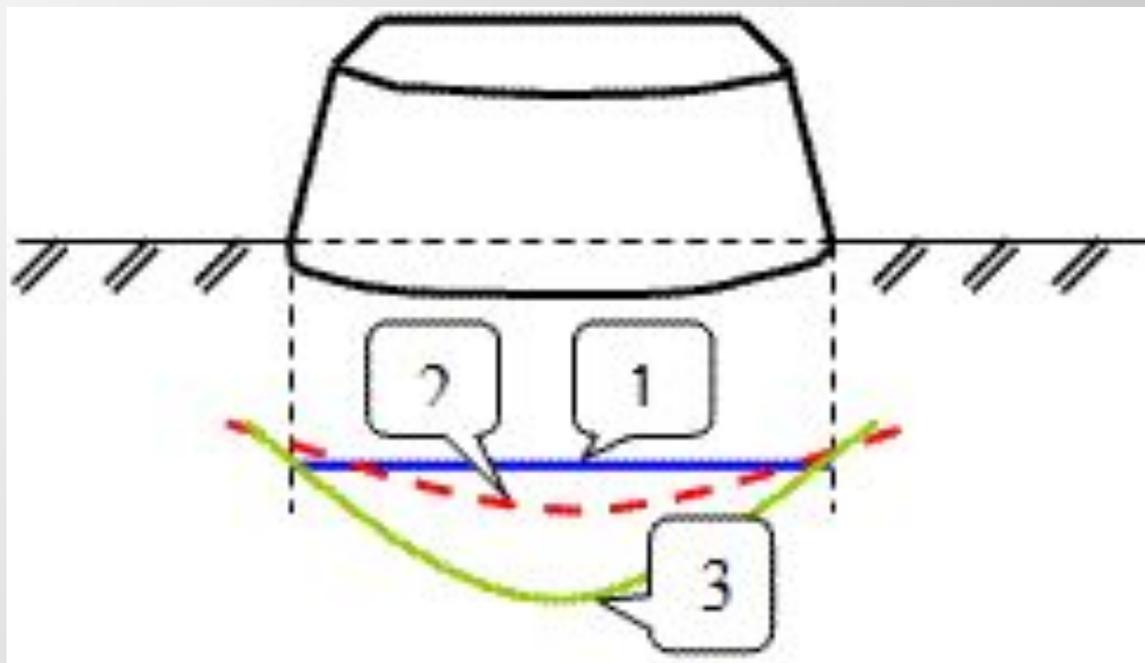


Схема развития деформаций для сооружений различной жёсткости

1. Деформации абсолютно жёсткого сооружения.
2. Деформация сооружения с конечной жёсткостью.
3. Деформация грунта основания (или сооружения с абсолютной гибкостью)

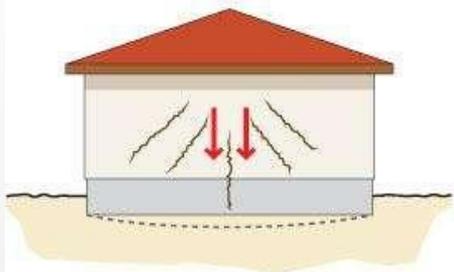
Чем жёстче сооружение, тем больше отличия в его деформации от деформаций основания и тем большие усилия возникают в самом сооружении

Формы деформаций сооружений как результат их совместной работы с основаниями

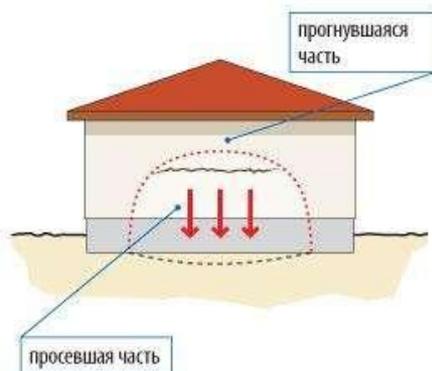
1. Прогиб



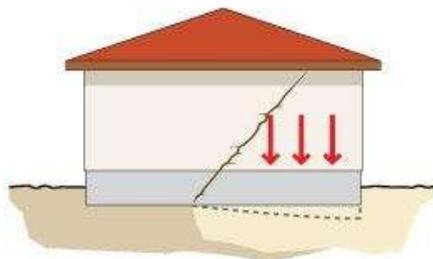
Деформация сооружения в виде прогиба с возможным развитием трещин



Если средняя часть стены вместе фундаментом сильно осела, в самых слабых частях стены появятся косые и вертикальные трещины



Если фундамент осядет настолько сильно, что произойдет отрыв фрагмента стены, возникнет так называемый свод – на стене появится продольная трещина

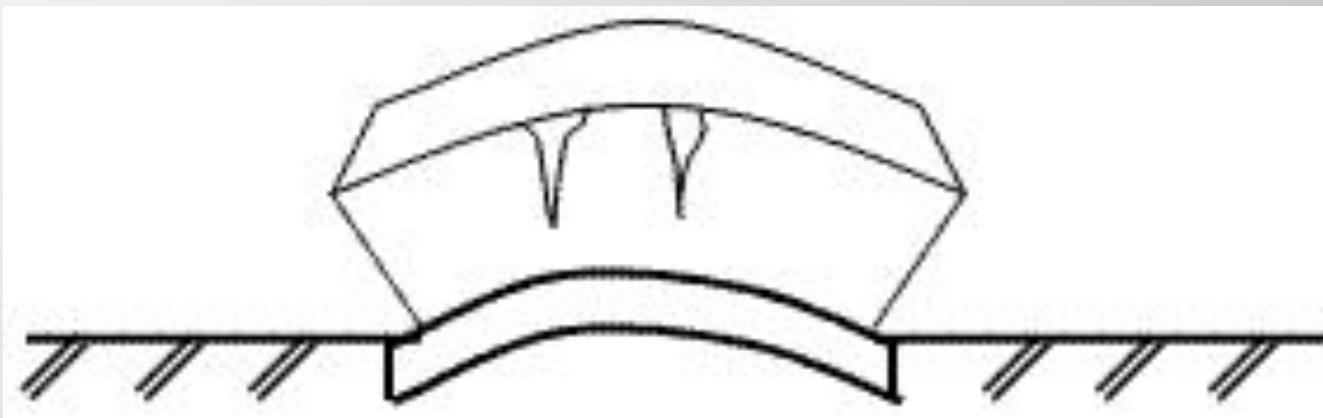


Если дом размещен на грунтах различной плотности, в месте их стыка в стенах дома могут образовываться трещины, так как грунты различной плотности дают разную осадку под нагрузкой





2. Выгиб (перегиб)



Деформация сооружения в виде выгиба с раскрытием
возможных трещин сверху

Этот вид деформации встречается реже, но трещины раскрываются значительно.



3. Крен

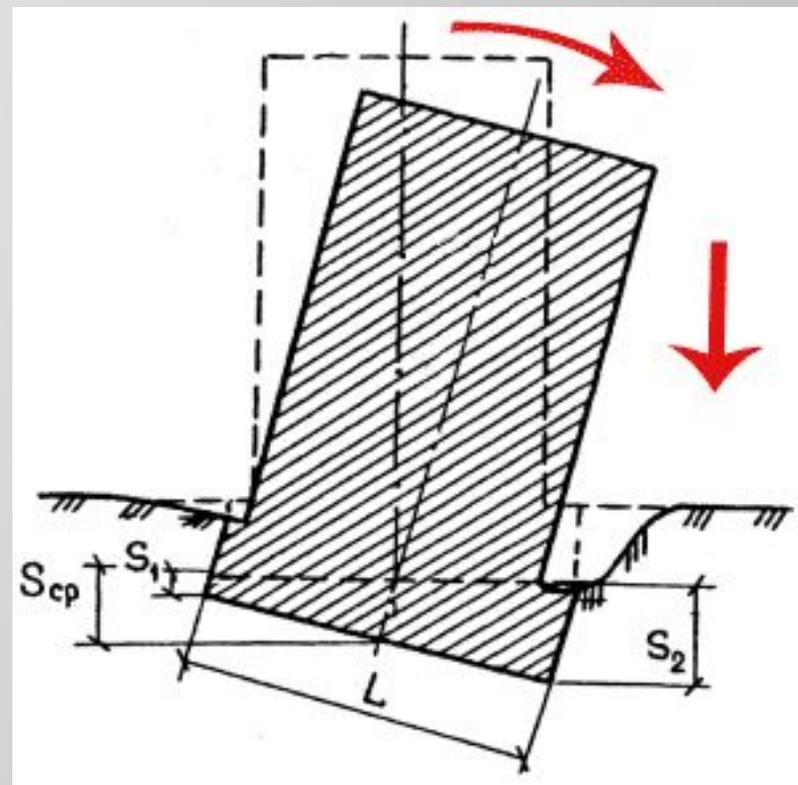
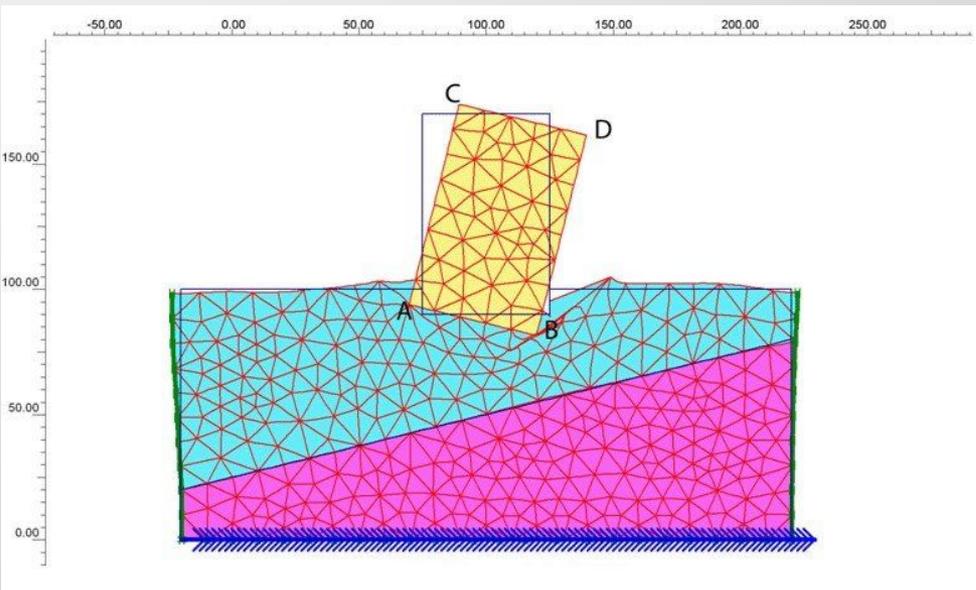
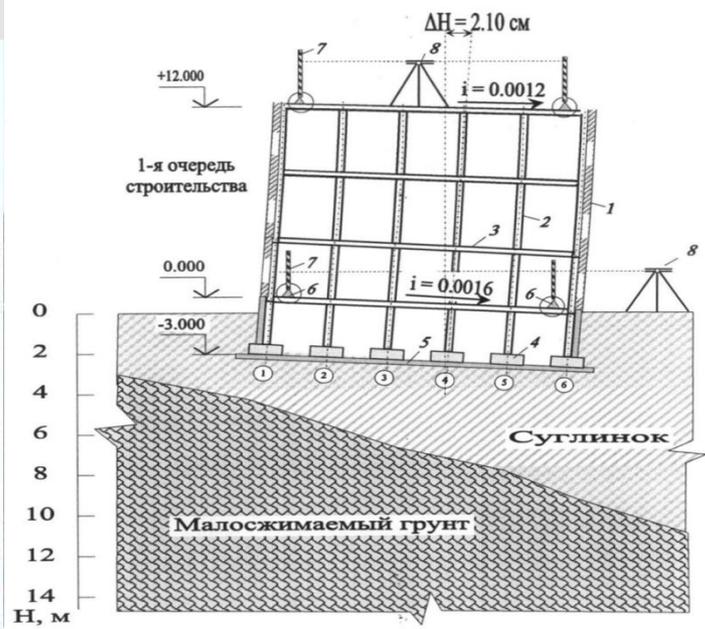


Схема деформации сооружения в виде крена





Фиг. 1





4. Перекос

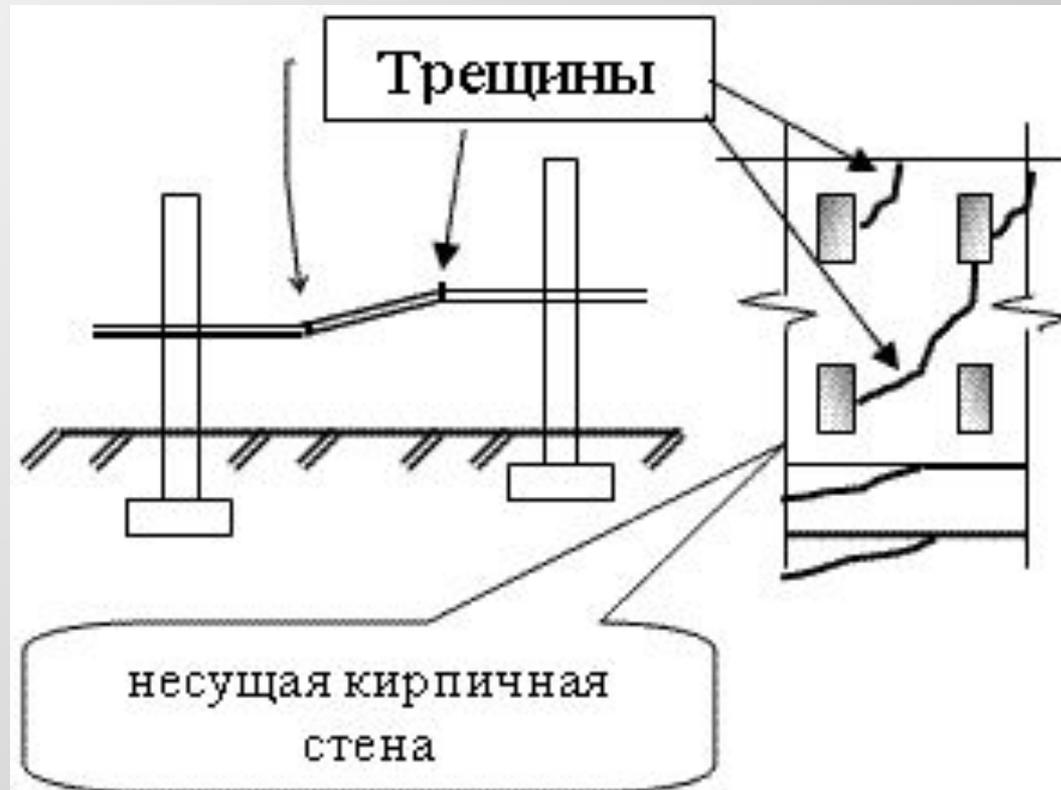


Схема возможности развития деформации перекоса в здании
Фундаменты могут получить разную осадку на небольшом по
длине участке стены.



5. Скручивание (кручение)

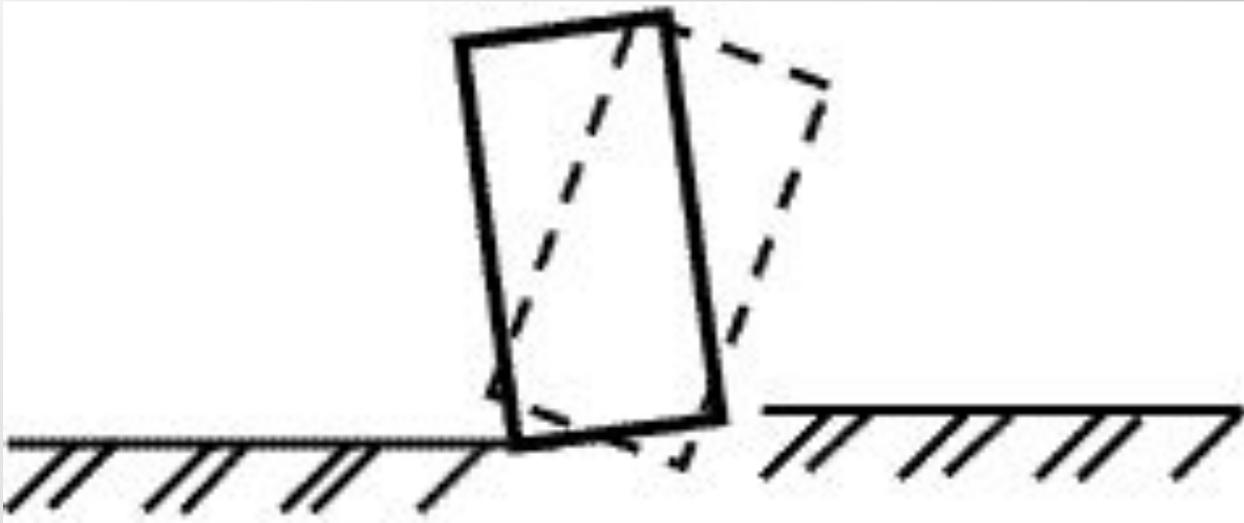
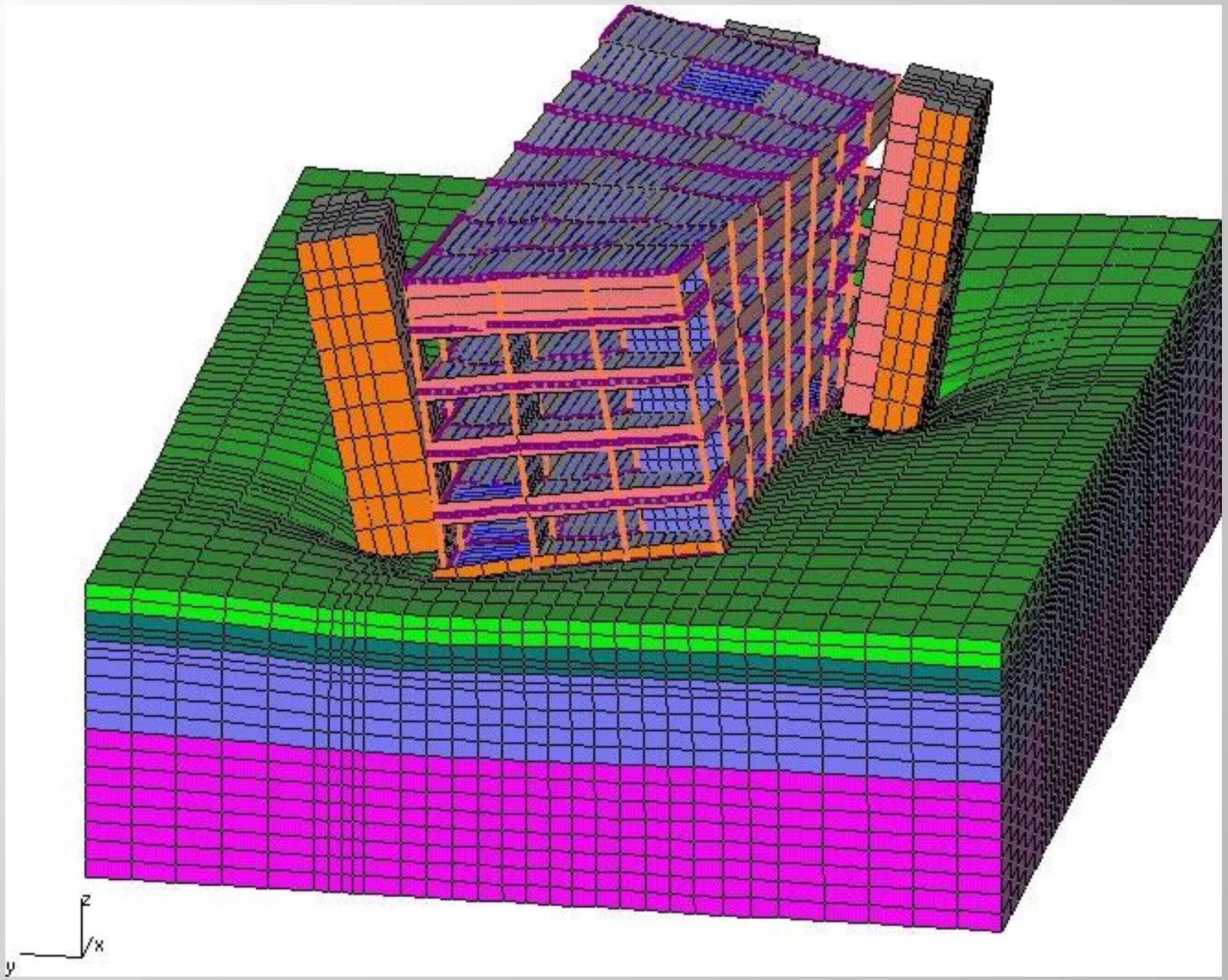


Схема деформации сооружения в виде скручивания
(кручения)

Один торец здания перемещается (крен) в одну сторону, а другой торец – в другую сторону. В этом случае в работу вступают перекрытия







6. Горизонтальные перемещения

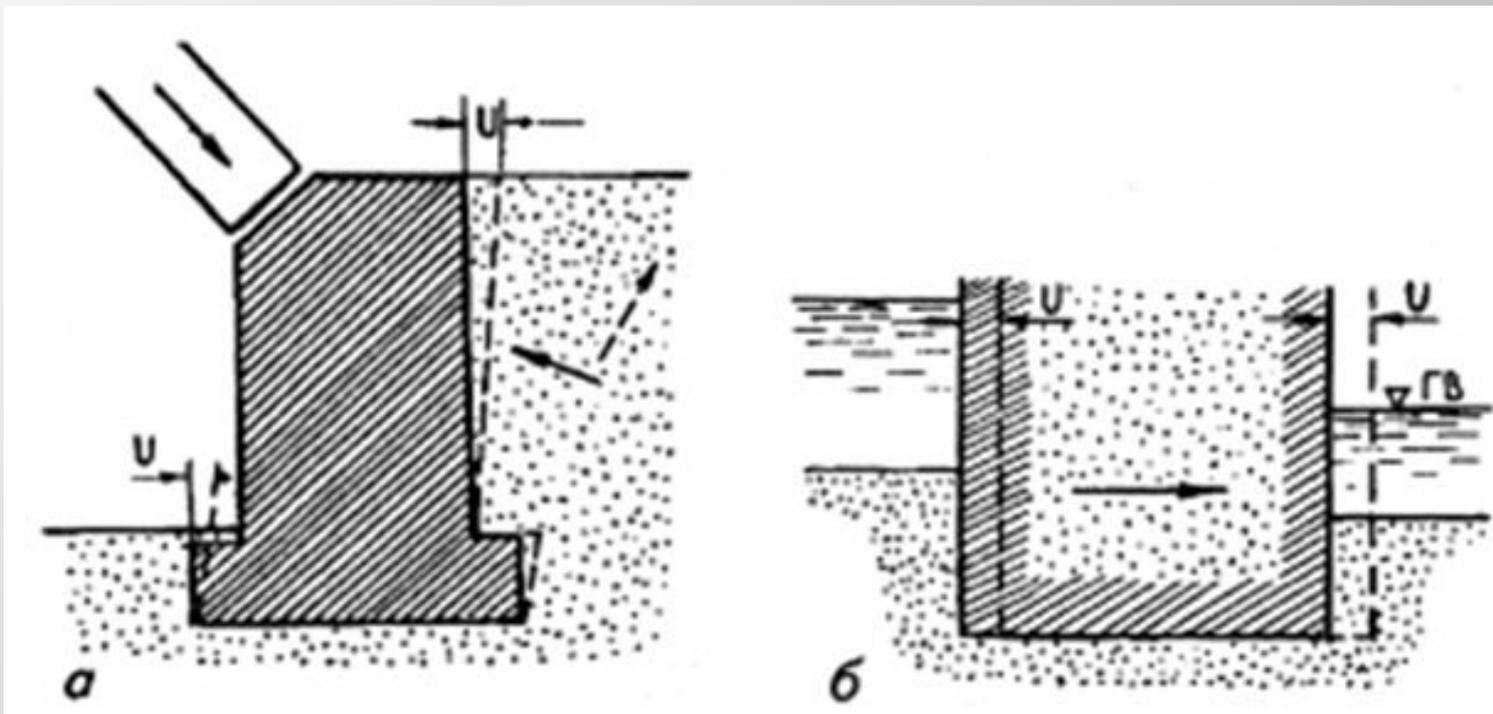


Схема горизонтального перемещения устоя моста (а) и гидротехнического сооружения (б)



Причины неравномерных осадок:

- ▣ *неоднородность основания, сложенного из пластов различной толщины или плотности;*
- ▣ *переувлажнение какой-либо части основания или сложение части основания из насыпного грунта;*
- ▣ *неравномерное давление на основание, вызванное несоответствием площади подошвы с действующей вертикальной нагрузкой (давление на фундамент в средней части здания больше, чем под внешними стенами, т.к. на внутреннюю стену опираются перекрытия с двух сторон);*
- ▣ *неодновременное возведение отдельных частей здания;*
- ▣ *механическая суффозия - перемещение водяными потоками частиц грунта - ведет к увеличению пористости и к уменьшению прочности грунта;*

- ▣ наличие в толще грунта материалов, подверженных гниению (корни деревьев, отходы древесины...);
- ▣ воздействие механизмов - удаление лишнего грунта при рытье котлованов и траншей под фундамент - наиболее распространенная ошибка строителей, т.к. уложенная выравнивающая подсыпка под фундаментом не обладает прочностью нетронутого грунта;
- ▣ уплотнение грунта в процессе эксплуатации сооружения, связанное со значительным увеличением веса (складские помещения, элеваторы....);
- ▣ изменение уровня подземных вод (грунтовых или производственных);
- ▣ подземные выработки (рытье туннелей метро, канализационных коллекторов и др.);
- ▣ разрушение подземных магистралей систем водоснабжения, отопления, канализации и отвода дождевой воды часто приводит к вымыванию большого объема грунта из-под строений.

Мероприятия по устранению неравномерных осадок

- ▣ *рациональная компоновка зданий и сооружений, обеспечивающая более равномерную передачу нагрузки от веса здания на основание;*
- ▣ *уменьшение чувствительности здания через увеличение его изгибной жесткости, если оно короткое, и через уменьшение изгибной жесткости здания, если оно длинное;*
- ▣ *горизонтальное армирование стен и устройство сейсмопоясов;*
- ▣ *устройство деформационных или осадочных швов между секциями сооружения;*
- ▣ *придание сооружению или отдельным его частям строительного подъема, соответствующего величине прогнозируемой осадки;*
- ▣ *проработка систем отвода ливневых осадков, систем водоснабжения и канализации с профилактическими мероприятиями по их обслуживанию, не допускающими неравномерного увлажнения грунта и возникновения подземных потоков.*